



**Н. А. Буданов**

*Московский педагогический государственный университет, г. Москва, Россия*

## КЛАССИФИКАЦИЯ ЗАДАЧ ШКОЛЬНЫХ ОЛИМПИАД ПО АЛГОРИТМИЧЕСКОМУ ПРОГРАММИРОВАНИЮ

### *Аннотация*

Сегодня олимпиадное программирование — актуальное и активно развивающееся направление в обучении школьников информатике. Однако работ, посвященных методическому обеспечению подготовки учащихся к решению олимпиадных задач, в том числе задач по алгоритмическому программированию, недостаточно. Методическая составляющая олимпиадного движения нуждается в развитии, и исследование, представленное в данной статье, — это один из шагов в данном направлении: в статье предлагается авторская классификация задач олимпиад по алгоритмическому программированию школьного уровня. Данная классификация призвана помочь педагогам успешно осуществлять процесс подготовки школьников к олимпиадам. В предложенную классификацию полностью укладываются задачи заключительного этапа Всероссийской олимпиады школьников по информатике последних лет.

Материал статьи может быть полезен преподавателям, которые занимаются подготовкой школьников к олимпиадам по информатике.

**Ключевые слова:** олимпиадное программирование, классификация задач, школьные олимпиады, методика подготовки школьников.

### *Информация об авторе*

**Буданов Никита Александрович**, ассистент кафедры теоретической информатики и дискретной математики, Институт математики и информатики, Московский педагогический государственный университет, г. Москва, Россия; *e-mail*: f25f625@yandex.ru

## 1. Введение

Олимпиадное программирование — актуальное и активно развивающееся направление в обучении современной информатике и в ее популяризации. Одна из его отраслей, широко представленная на самых разных уровнях, — *алгоритмическое спортивное программирование*. Согласно правилам вида спорта «спортивное программирование», утвержденным приказом Минспорта России № 584 от 11 августа 2023 года, для проведения соревнований по алгоритмическому программированию используются «математическо-алгоритмические задания, решение которых включает в себя выбор алгоритма и его написание на одном из заданных языков программиро-

вания» [9]. Целью таких соревнований является решение максимального количества математически-алгоритмических задач за установленное регламентом время.

На сегодняшний день большое количество подобных олимпиад проводится как среди студентов университетов, так и среди школьников Российской Федерации, в их числе «Высшая проба» [6], «Технокубок» [7], Всероссийская олимпиада школьников [2]. В октябре 2021 года создана Федерация спортивного программирования России [11], которая ставит своей целью развитие олимпиадного движения в области программирования.

Одна из причин активного развития олимпиадного программирования состоит в том, что государство заинтересовано в кадровом обеспечении ИТ-отрасли через

**N. A. Budanov**

Moscow Pedagogical State University, Moscow, Russia

### THE CLASSIFICATION OF TASKS FOR SCHOOL OLIMPIADS IN ALGORITHMIC PROGRAMMING

#### **Abstract**

Today, Olympiad programming is a relevant and actively developing field of informatics education for schoolchildren. However, there are not enough works devoted to the methodological support of students' preparation for solving Olympiad tasks, including algorithmic programming tasks. The methodological component of the Olympiad movement needs to be developed, and the study presented in the article is one of the steps in this direction: the article proposes the author's classification of tasks for school level Olimpiads in algorithmic programming. This classification is developed to help teachers successfully carry out the process of preparing students for Olimpiads. The proposed classification fully fits the tasks of the final stage of the All-Russian Olympiad of Schoolchildren in Informatics in recent years.

The material of the article may be useful to teachers who are engaged in preparing students for Olimpiads in informatics.

**Keywords:** Olympiad programming, classification of tasks, school Olimpiads, methods of preparing schoolchildren.

#### **Information about the author**

**Nikita A. Budanov**, Assistant Professor at the Department of Theoretical Informatics and Discrete Mathematics, Institute of Mathematics and Informatics, Moscow Pedagogical State University, Moscow, Russia; *e-mail*: f25f625@yandex.ru

формирование у обучающихся интереса к программированию и поэтому активно поддерживает проведение подобных соревнований [3].

В высоких результатах на соревнованиях заинтересованы как школы, так и учащиеся, в том числе для получения льгот при поступлении в вузы по ИТ-направлениям: победителям и призерам олимпиад школьников предоставляется право поступления без вступительных испытаний [8]. Губернаторами ряда регионов России (например, Московской области) учреждена единовременная выплата учащимся за участие в заключительном этапе Всероссийской олимпиады школьников. Результаты работы учителя зачастую оцениваются администрацией с учетом олимпиадных достижений учащихся. Кроме того, олимпиады позволяют найти и отобрать одаренных школьников, которые в дальнейшем могут обучаться по углубленным программам [10]. Для самих школьников участие в олимпиадах способствует развитию их креативности и стимулирует интерес к учебной и научной деятельности [1].

Все это делает актуальным *совершенствование процесса подготовки учащихся к школьным олимпиадам*, в том числе создание соответствующих методических материалов, отражающих различный уровень участников олимпиад [4]. При подготовке обучающихся важно учитывать особенности проведения именно *школьных* олимпиад, где меньший упор делается на проверку специфических знаний и больший — на проявление школьниками креативности и творческого мышления.

В данной статье рассматривается *авторская классификация олимпиадных задач по алгоритмическому программированию*, которая опирается на работы таких авторов в области подготовки к олимпиадному программированию, как С. Халим, Ф. Халим [12], А. Лааксонен [5] и А. Х. Шень [13].

Построение классификации было проведено в три этапа:

- на первом этапе (подготовительном) было проанализировано современное состояние исследуемой проблемы в педагогической теории и практике, изучены существующие классификации задач олимпиадного программирования;
- на втором этапе (основном) была составлена классификация, адаптированная под условия и особенности проведения *школьных* олимпиад по информатике;
- на третьем этапе (заключительном) осуществлены систематизация и обобщение результатов исследования, уточнены теоретические выводы, выполнены обработка и оформление полученных результатов исследования.

В статье также проведен анализ олимпиадных задач по алгоритмическому программированию, прежде всего, задач Всероссийской олимпиады по программированию, который подтверждает их соответствие предложенной классификации.

## 2. Классификации задач олимпиадного программирования

Рассмотрим существующие классификации задач олимпиадного программирования, предложенные в работах С. Халима, Ф. Халима, А. Лааксонена, А. Х. Шеня.

Это наиболее популярные авторы в сообществе по спортивному алгоритмическому программированию.

В книге С. Халима, Ф. Халима «Спортивное программирование» [12] рассматриваются следующие типы олимпиадных задач:

- «Структуры данных»;
- «Графы»;
- «Математика»;
- «Обработка строк»;
- «Вычислительная геометрия»;

и раздел «Более сложные темы», который включает в себя такие темы, как:

- «Поиск с возвратом»;
- «Сбалансированное дерево поиска»;
- «Двунаправленный поиск» и др.

Также в книге есть глава «Некоторые способы решения задач», которая, по сути, содержит в себе описание некоторых стандартных и общих алгоритмов, таких как «полный перебор», «жадные алгоритмы» и «динамическое программирование».

Другую классификацию приводит А. Лааксонен в своей книге «Олимпиадное программирование» [5].

Он выделяет следующие типы задач:

- «Сортировка и поиск»;
- «Структуры данных»;
- «Динамическое программирование»;
- «Алгоритмы на графах»;
- «Запросы по диапазону»;
- «Алгоритмы на деревьях»;
- «Математика»;
- «Геометрия»;
- «Алгоритмы работы со строками»;
- «Дополнительные темы» — сюда включены «Оптимизация динамического программирования», «Дерево отрезков» и др.

Приведем также классификацию тематики олимпиадных задач по информатике, принадлежащую А. Х. Шеню и представленную им в книге «Программирование: теоремы и задачи» [13]. Он выделяет следующие темы:

- «Порождение комбинаторных объектов»;
- «Обход дерева. Перебор с возвратами»;
- «Сортировка»;
- «Конечные автоматы и обработка текстов»;
- «Рекурсия»;
- «Типы данных» (описываются типовые структуры данных, такие как стек и очередь);
- «Разные алгоритмы на графах»;
- «Сопоставление с образцом»;
- «Анализ игр»;
- «Оптимальное кодирование»;
- «Деревья. Сбалансированные деревья»;
- «Представление множеств»;
- «Контекстно-свободные грамматики».

Соотнесем указанные три классификации с задачами Всероссийской олимпиады школьников.

В основном авторы учебных пособий по олимпиадному программированию рассматривают задачи, ориентированные на *студенческие* олимпиады, поэтому такие задачи содержат много тем, требующих длительной подготовки обучающихся. И обычно подобные темы (например, «Сбалансированные деревья» или «Контекстно-

свободные грамматики», которые приводит А. Х. Шень не выносятся на *школьные* соревнования.

Следует также отметить, что в приведенных выше классификациях не учитываются задачи, которые не требуют знания какого-то определенного алгоритма, — в них нужно описать решение объемной задачи, используя лишь базовый синтаксис языка. Такие задачи ежегодно встречаются на заключительных этапах олимпиад.

Соответственно, имеет смысл рассматривать классификацию, основанную на всех указанных выше темах, но с учетом особенностей проведения именно *школьных* олимпиад по информатике. Так, все авторы напрямую выделяют темы графов, структур данных и работу со строками. В неявном виде также затрагиваются темы динамического программирования и математики.

Анализ показывает, что в классификации можно выделить следующие основные типы задач, которые являются актуальными для школьных олимпиад алгоритмического программирования:

1. Алгоритмы и структуры данных.
2. Графы.
3. Строки.
4. Математика.
5. Динамическое программирование.

Также для обеспечения полноты классификации на основе теоретического анализа нами были добавлены в классификацию тема «Реализация», которая, по сути, является обобщением всех представленных выше тем, и тема «Конструктивные задачи», задания которой обычно не имеют типовых решений, а потому в книгах не описываются.

**Итоговая авторская классификация выглядит следующим образом:**

1. Алгоритмы и структуры данных.
2. Графы.
3. Математика.
4. Реализация.
5. Конструктивные задачи.
6. Строки.
7. Динамическое программирование.

*Предложенная классификация соответствует практике олимпиадного движения, т. е. задачи, которые входят в большинство школьных олимпиад по программированию, укладываются в эту классификацию.*

Для проверки данного утверждения в качестве массива задач были выбраны задачи заключительного этапа Всероссийской олимпиады школьников за пять лет с 2019 по 2023 год (подробнее см. в разделе 4 статьи). Такая выборка объясняется следующими причинами:

- данная олимпиада является самой популярной в России и охватывает всю страну;
- все задачи основных туров олимпиады публикуются на ее официальном сайте;
- к каждой задаче основного тура есть подробный разбор ее решения от авторов задачи.

Каждая задача была отнесена к какой-либо из семи указанных тем классификации. При этом важно отметить, что задача может одновременно относиться к нескольким темам. Например, если задачу можно отнести как к теме «Графы», так и к теме «Математика», то она будет отнесена к двум этим темам одновременно.

### 3. Описание авторской классификации задач школьных олимпиад по алгоритмическому программированию

#### 1. Алгоритмы и структуры данных.

К этой теме относятся задачи, которые требуют для своего решения знания какого-либо алгоритма или структуры данных, т. е. либо задача вовсе не решится (например, из-за ограничений по времени — решение будет выполняться слишком долго), либо ее решение будет значительно затруднено.

Ярким примером задач этого типа являются задачи на сортировку. Так, без знания подходящего алгоритма сортировки (или команды, которая совершает оптимальную сортировку) задача отсортировать массив достаточно большого количества данных (от 100 000 чисел) будет вызывать трудности и не пройдет всевозможные системные тесты из-за слишком долгого времени выполнения.

Часто задачи требуют не только знания применения конкретного алгоритма или структуры данных, а идут совместно с какой-либо другой темой, например, применение оптимальной сортировки в задачах на графы.

В целом, это тема, которая наиболее часто встречается в задачах школьных олимпиад по алгоритмическому программированию, так как большинство задач требуют оптимизации, которая достигается за счет применения типового алгоритма.

#### 2. Графы.

Условия задач этой темы удобно формулируются в терминах теории графов: множество объектов, которые находятся (или не находятся) в каком-то отношении друг с другом, можно представить как граф с вершинами (объекты) и ребрами (отношения). Затем с помощью типовых структур данных граф представляется в памяти компьютера, и уже после с помощью алгоритмов решения задач на графах вычисляется ответ на изначальную задачу.

Для решения подобных задач нужно не только понимать тонкости того, как запрограммировать то или иное решение, но и знать общие понятия теории графов, такие как разновидности графов (ориентированный, неориентированный, связный граф, дерево и др.), типовые алгоритмы (поиск в ширину, поиск в глубину, нахождение кратчайшего пути), формы представления графов (список смежности, матрица смежности, реберный список). При достаточном теоретическом уровне владения навыком решения задач можно приступить к изучению способов программирования того или иного алгоритма.

Конечно, не всегда очевидно, что конкретная задача относится к теме «Графы». Зачастую требуется применить некоторый анализ, чтобы понять, что ее можно решить, представив изначальную задачу как задачу на графе. Обычно это задачи, где явно прослеживается отношение между объектами в каком-либо множестве.

#### 3. Математика.

К этой теме относятся задачи, требующие для решения понимания некоторых математических концепций. Данная тема включает в себя множество подтем, таких как геометрия, теория вероятностей, комбинаторика, теория чисел, алгебра и др. Соответственно, задачи,

в которых требуется применить знание какой-либо из этих тем, относятся к теме «Математика».

Например, это могут быть задачи, связанные с делимостью чисел, такие как нахождение наименьшего общего кратного или наибольшего общего делителя, или задачи на расчет вероятности событий, или на решение уравнений и систем уравнений. Для того чтобы запрограммировать решение подобных задач, нужно хорошо разбираться в том, как такие задачи решаются без использования компьютера. Для решения задач данной темы помимо простого понимания того, например, что вообще такое наибольший общий делитель, нужно понимать и некоторые свойства, связанные с ним. Некоторые задачи могут и вовсе не решаться (не давать правильный ответ за разумное время) без знаний нужных свойств или определенных теорем.

#### 4. Реализация.

Задачи, относящиеся к данной теме, отличаются объемным кодом в своем решении, который зачастую по количеству строк превышает коды в решениях всех остальных задач. Для решения подобных задач умение быстро писать код и проверять его на правильность играет ключевую роль. В отличие от других задач ошибку в таком коде, в силу его большого объема, найти будет значительно сложнее.

Как правило, задачи, относящиеся к данной теме, имеют понятное решение и придумывание идеи не занимает много времени. Вся сложность этих задач состоит в том, чтобы правильно написать код и учесть все детали реализации, все граничные случаи и все возможные наборы тестов.

#### 5. Конструктивные задачи.

В отличие от задач других тем, задачи данной темы не требуют для решения каких-то специальных знаний. Конструктив — это более общее, абстрактное понятие, которое описывает скорее подход и идеи к решению, чем какие-то конкретные методы. Решение подобных задач обычно сводится к анализу условия задачи, некоторых примеров входных данных, а также к выявлению взаимосвязей между объектами в задаче.

Обычно программное решение подобных задач не является ни слишком сложным, ни объемным по коду. Самая большая сложность заключается не в том, чтобы запрограммировать решение задачи, а в том, чтобы понять, как именно ее решить.

Наравне с темой «Математика» подготовка к решению таких задач немного отличается от стандартной подготовки к задачам по программированию и может быть затруднена. Здесь нет каких-то ярко выраженных методов, которые можно понять и затем попрактиковаться в их применении. Для решения этих задач нужно обладать умением находить неочевидные взаимосвязи и делать выводы из анализа задачи.

#### 6. Строки.

Эта тема похожа на тему «Графы». Задачи, относящиеся к этой теме, содержат в себе строки, т. е. последовательность каких-либо символов. Так же как и для графов, для строк есть ряд типовых алгоритмов, которые решают определенные задачи. Тема «Строки» тесно свя-

зана с теорией автоматов, так как обе области исследуют структуры данных, связанные с последовательностями символов.

Решение простых задач на строки обычно сводится к реализации простых алгоритмов, например, обход строки, подсчет количества определенных символов в строке, изменение строки и т. д. Обычно сложность в решении подобных задач заключается только в программной реализации, где требуется учитывать синтаксис конкретного языка программирования, на котором пишется программа (например, не все языки программирования поддерживают произвольный доступ к символам строки).

Решение более сложных задач сводится к пониманию алгоритмов на строках. К ним относятся, например, префикс-функция, z-функция, алгоритм Ахо—Корасик, суффиксный автомат, суффиксный массив и др. Помимо хорошего понимания теоретического материала относительно этих алгоритмов, нужно также иметь практику в их реализации, которой зачастую недостает учащимся.

#### 7. Динамическое программирование.

В эту тему включены задачи, которые могут быть решены методом динамического программирования. Динамическое программирование — достаточно обширное понятие, в общем случае под ним понимается метод решения задач путем разбиения их на более простые подзадачи с общим алгоритмом решения. В качестве примера можно привести вычисление рекурсивных функций в одном из заданий ЕГЭ по информатике.

Задачи, относящиеся к этой теме, являются достаточно сложными. Во-первых, в отличие от других тем не всегда просто опознать, что выбранная задача имеет решение методом динамического программирования. Во-вторых, даже понимание того, что для решения этой задачи нужно применить данный метод, не дает быстрого решения — требуется понимать все тонкости программной реализации подобных задач.

Подготовка к решению задач этой темы не является простой. Во-первых, решение таких задач не является шаблонным. Несмотря на то что идея решения про разбиение задачи на подзадачи является общей, реализация решения конкретной задачи обычно неочевидна. Во-вторых, именно написание программы может вызывать трудности, ведь требуется четкое понимание того, какие именно нужны структуры данных и формулы для решения. В-третьих, материала по изучению темы «Динамическое программирование» не так много, в отличие от других тем.

## 4. Статистика задач Всероссийской олимпиады школьников

Проверим соответствие предложенной авторской классификации сложившейся практике олимпиадного движения. Для этого рассмотрим в качестве набора исходных данных задачи финальных туров Всероссийской олимпиады школьников за пять лет — с 2019 по 2023 год (см. табл.). В каждом туре было восемь задач, каждой задаче соотнесем предложенные в классификации темы. Выбор темы делался на основании разбора решения задачи, который был предложен авторами задач.

## Распределение задач заключительных этапов Всероссийской олимпиады школьников

Год	Алгоритмы и структуры данных	Графы	Математика	Реализация	Конструктивные задачи	Строки	Динамическое программирование
2019	3	1	3	1	4	0	2
2020	2	4	1	1	2	2	3
2021	5	4	0	1	4	0	3
2022	5	2	0	1	2	0	3
2023	5	3	1	1	2	0	3
Всего	20	14	5	5	14	2	14

Для удобства приведем диаграмму распределения олимпиадных задач по темам (см. рис.).

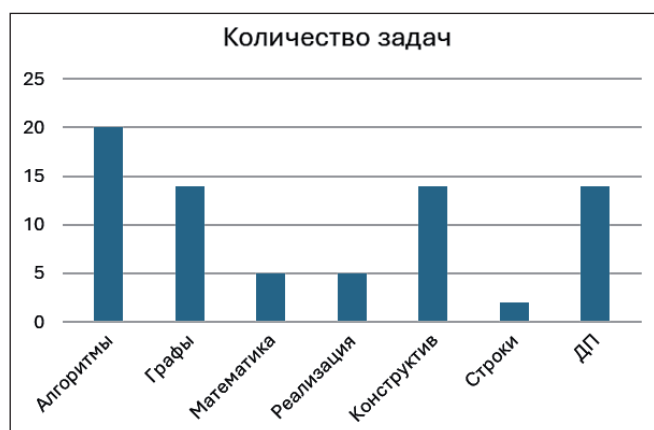


Рис. Диаграмма распределения задач по темам

Приведенная статистика позволяет сделать следующие выводы:

- преобладающие темы задач: «Алгоритмы и структуры данных», «Графы», «Конструктивные задачи» и «Динамическое программирование»;
- темы, которые встречаются реже: «Математика», «Реализация» и «Строки»; задач, относящихся к этим темам, не так много, но их решения зачастую не являются простыми;
- в каждом году встречалась хотя бы одна задача из темы «Реализация», что подчеркивает необходимость хорошо разбираться в синтаксисе выбранного языка программирования и уметь писать код быстро и без ошибок.

## 5. Заключение

В статье предложена авторская классификация задач школьных олимпиад по алгоритмическому программированию и показано, что данной классификации соответствуют задачи заключительного тура Всероссийской олимпиады школьников за пять лет — с 2019 по 2023 год.

Следует отметить, что рассмотренная классификация требует дальнейшего уточнения — в ней необходимо

учесть возраст учащихся, что будет в том числе предметом наших дальнейших исследований.

С учетом полученных результатов исследования можно выделить ряд научных проблем и перспективных направлений, требующих дальнейшего рассмотрения, в их числе разработка методического обеспечения для подготовки учащихся к олимпиадам.

### Список источников

1. Акимова И. В., Киселев М. И. Онлайн олимпиады как средство предметной подготовки // Проблемы современного педагогического образования. 2025. № 87-3. С. 10–14. EDN: XLZNNND.
2. Всероссийская олимпиада школьников. <https://vos.olimpiada.ru>
3. Гулов А. П. Значимость результатов регионального этапа Всероссийской олимпиады школьников // Филология и культура. 2023. № 3 (73). С. 225–231. EDN: BQELYL. DOI: 10.26907/2782-4756-2023-73-3-225-231.
4. Жолдыбаева С. Б. Методические рекомендации из опыта подготовки учащихся к олимпиадам по информатике // Вестник науки. 2024. Т. 2. № 2 (71). С. 232–236. EDN: XOGQXX.
5. Лааксонен А. Олимпиадное программирование: пер. с англ. А. А. Слинкин. М.: ДМК Пресс, 2018. 300 с.
6. Олимпиада «Высшая проба». <https://olymp.hse.ru/mmo/>
7. Олимпиада по программированию для школьников 8–11 классов «Технокубок». <https://techno-cup.ru>
8. Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 21.08.2020 № 1076 «Об утверждении Порядка приема на обучение по образовательным программам высшего образования — программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры» (Зарегистрирован 14.09.2020 № 59805). <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202009140014>
9. Приказ Министерства спорта Российской Федерации от 11 августа 2023 г. № 584 «Об утверждении правил вида спорта «спортивное программирование»». <https://fsp-russia.ru/upload/iblock/8f5/v5g2i62pfw5sa8pra2t395w0kwe8zql2.pdf>
10. Станкевич А. С. Методология и технические решения для проведения олимпиад по информатике и программированию: дис. ... канд. тех. наук. СПб., 2011. 175 с. EDN: OPNESH.
11. Федерация спортивного программирования России. <https://fsp-russia.ru/>
12. Халим С., Халим Ф. Спортивное программирование: пер. с англ. Н. Б. Желновой, А. В. Снастина. М.: ДМК Пресс, 2020. 604 с.
13. Шень А. Х. Программирование: теоремы и задачи. 6-е изд., доп. М.: МЦНМО, 2017. 320 с.